

Aprendizaje de modelación digital desde ejemplos históricos de la Arquitectura

Learning digital modeling from historical examples of Architecture

Oscar Mauricio Pérez Fernández
oscar.perez@ugc.edu.co

Ingrid Johanna Betancourt León
ingridjohanna.betancourt@ulagrancolombia.edu.co

Universidad La Gran Colombia
Arquitectura
Colombia

Resumen:

El presente artículo evidencia los resultados de investigación de aula realizada a partir de la asignatura Representación CAD3d del programa en Arquitectura de la Universidad La Gran Colombia. El estudio tuvo como objetivo diseñar y promover prácticas pedagógicas con el fin de desarrollar competencias en el diseño geométrico de modelación digital contemporánea aplicables en el proyecto de arquitectura a partir de casos de estudio presentes en la historia de la arquitectura, que han tenido un fuerte componente en torno al manejo de la geometría, euclidiana y no euclidiana.

Materiales y métodos:

La Investigación se ha definido como cualitativa, mediante una metodología de investigación – acción, apoyado en la observación sobre los resultados obtenidos por el estudiante mediante encuestas. Las bases teóricas de las competencias, se hallaron en estudios previos de teoría e historia de la pedagogía de la arquitectura (John Hejduk, Jean Nicolas Louis Durand) y que han tenido una relevancia en el uso de la geometría no euclídea (Felix Candela). A partir del re-dibujo de estos autores se desarrollaron capacidades como el manejo de mallas de diseño, modulación compositiva y dibujo analítico como un camino para la construcción de geometrías complejas, proceso se llevó a cabo mediante la utilización del software AutoCAD y sus posibilidades de modelado en tres dimensiones.

Resultados:

Se abordó la pertinencia de unir el dibujo técnico arquitectónico, como una práctica complementaria al pensamiento arquitectónico, que define un lenguaje disciplinar; con estructuras geométricas, operaciones formales, dibujo tridimensional y sus posibilidades a través de la tecnología contemporánea. La experiencia fue satisfactoria para los estudiantes, quienes encontraron vínculos entre la teoría de la arquitectura y los procedimientos de dibujo empleados. Los estudiantes demostraron su interés en profundizar los temas tratados incursionando en temas como la sistematización del dibujo y la geometría compleja.

La investigación incentivó la práctica constructiva, reflexiva y de reconstrucción de las geometrías, a partir de los casos de estudio donde se incorporaron conceptos teóricos y ejemplos de arquitectura histórica, fomentando el

autorreflexión sobre los procesos a través de la bitácora, con el fin de explorar las posibilidades del software a través de sus componentes básicos y ventajas frente al dibujo análogo.

Conclusiones:

Los resultados indicaron que la práctica pedagógica favorece el aprendizaje significativo al desarrollar un pensamiento analítico, mediante la realización de los ejercicios propuestos y un aprendizaje colaborativo fomentado de forma orgánica por la interacción con las redes sociales.

Los ejercicios aquí desarrollados se fundan en ejemplos históricos que se pueden profundizar a través de otras asignaturas como: Teoría e Historia de la Arquitectura o Proyecto Arquitectónico. En tal sentido el autorretrato digital resulto ser una experiencia significativa debido al factor de reconocimiento del estudiante y el análisis geométrico que implica su construcción.

Palabras clave:

Modelado digital, teoría de la arquitectura, historia de la arquitectura, Educación en Arquitectura

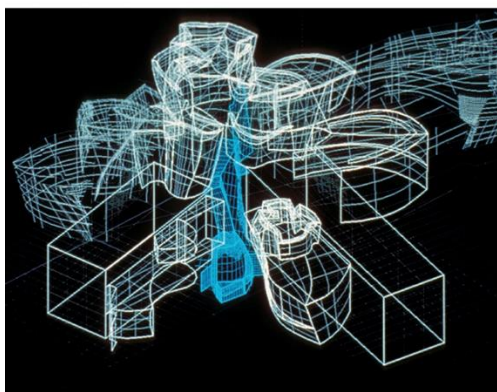
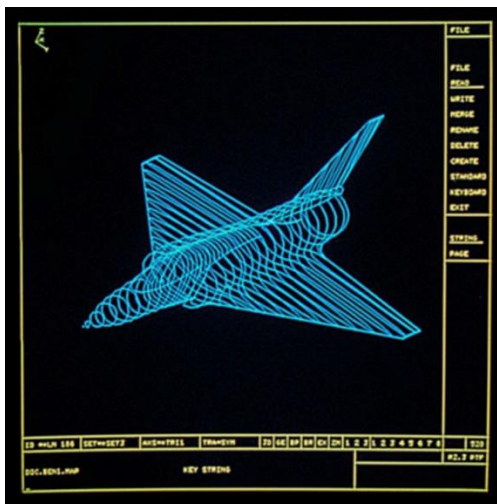
Recepción: XX.XX.XXXX

Aceptación: XX.XX.XXXX

Cite este artículo como:

INTRODUCCIÓN

La tecnología digital de fabricación tridimensional tuvo en los años 70s un avance a través del programa Catia, que facilitó el diseño industrial aerodinámico influyendo notablemente en la cultura material contemporánea. En el año 1997 uno arquitecto que implemento esta tecnología en la construcción fue Frank Ghery con el museo Guggenheim de Bilbao, facilitando el manejo de geometría compleja y el dibujo de detalles constructivos, a partir de la incursión de Ghery en este tipo de posibilidades hizo que la empresa Catia generara adaptaciones al programa original facilitando el uso en proyectos arquitectónicos (Kim, 2015). A partir de este momento, la carrera tecnológica de los programas de modelación tridimensional ha generado un avance significativo que ha tenido su repercusión en el diseño industrial, la animación, los videojuegos y por supuesto en la forma en que se conciben los proyectos de arquitectura. La evolución tecnológica de los computadores hizo posible que lo que anteriormente estaba relegado para grandes empresas o centros de investigación especializados estuviera al alcance de estudiantes escolares y universitarios.



Arriba, Software Catia en 1977, y avión Mirage fighter, Abajo, Catia en 1997 y Museo Guggenheim

Como precisan, de la Torre Cantero, J., Saorín, (2012), las tecnologías de modelación 3d son herramienta educacional para el desarrollo de competencias de los nuevos grados de Bellas Artes, en esta investigación se destacan dos competencias específicas, 1. Capacidad de documentar y determinar el sistema de representación adecuado a la producción artística 2. Capacidad de aplicar profesionalmente tecnologías específicas Así mismo

el estudio hace hincapié en la importancia de las prácticas pedagógicas en torno a la modelación tridimensional, ya que han comprobado que su enseñanza aumentó significativamente la capacidad espacial de los estudiantes y el aprendizaje de sistemas de representación, por lo que estas nuevas tecnologías inciden en motivación de los estudiantes. Este tipo de Investigación, trajo consigo una mayor atención en España hacia la importancia del conocimiento en modelación 3d e impresión en 3d, a través de la producción de material base promovido por el ministerio de educación del gobierno de España (Ortega, 2016), por medio de la cual se da luz sobre la importancia de estas tecnologías en la tercera revolución industrial y contextualizando a los españoles sobre las posibilidades de esta industria.

En el artículo Competencia Digital: Uso y manejo de modelos 3D tridimensionales digitales e impresos en 3D, Saorín, J.; Meier, C.; De la Torre-Cantero, J.; Carbonell-Carrera, C.; Melián-Díaz, D.; Bonnet de León, A. (2017) se plantean el manejo de estas tecnologías como una competencia digital pertinente a las escuelas de bachillerato. El artículo parte de comprender la habitual utilización de objetos tangibles o maquetas como un recurso didáctico complementario considerado como un elemento didáctico de primer orden, también menciona la facilidad para construir y visualizar modelos 3d a través de recursos TIC, como Smartphone, tabletas o computadores. La investigación contempla la democratización de estas tecnologías, que hasta hace aproximadamente 11 años eran tecnologías reservadas a expertos en la materia y requerían un largo costo y aprendizaje, solo accesible a grandes centros, empresas o universidades. Este trabajo finaliza con un ejemplo aplicativo a través del cual se imprimieron en 3d réplicas de esculturas presentes en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife, como fuentes de material didáctico para alumnos de colegio, logrando un ejercicio que mezcla la tecnología digital con el reconocimiento y valoración del patrimonio urbano.

En el ámbito Europeo, existen amplios estudios entorno al diseño paramétrico y su incursión en los ambientes de aprendizaje de la arquitectura, uno de ellos es el artículo Parametric Modeling: An Advanced Design Process for Architectural Education, MA. Gallas, K. Jacquot, S. Jancart and F. Delvaux, (2015), señala en primera medida la retroalimentación de seis años de experiencia en torno al diseño paramétrico en escuelas de arquitectura de Francia y Bélgica. Este trabajo expone un enfoque de diseño de modelado tridimensional a través del diseño paramétrico, tomando como objeto de estudio, las prácticas de diseño definidas en tres universidades europeas, e indagando sobre las posibilidades del diseño paramétrico, donde la modelación se da a partir de un sistema de programación visual, el cual crea una interface que ha sido definida como programación visual, a través de la cual se puede controlar los parámetros de desarrollo de un modelado tridimensional. El enfoque desarrollado en esta investigación permite desarrollar modelos a través de tres procesos, Análisis, Implementación y Experimentación, es muy interesante analizar, como la base del proceso digital y paramétrico tiene como origen el boceto arquitectónico, por lo tanto, utilizando esta herramienta es posible comenzar a plantear caminos para el proceso digital. Es de resaltar que la programación visual que plantea el diseño paramétrico permite procesos de reversibilidad e iteración del modelo, cambiando elementos del modelado a partir de patrones algorítmicos. Este proceso está desarrollado a partir de programaciones matemáticas, combinando geometría no euclidiana y fractal con programación visual. Los estudiantes analizan el programa y aprenden a definir parámetros como operadores geométricos, físicos lógicos y entidades.

En el caso de Colombia, encontramos algunas investigaciones que exploran el tema de la modelación digital desde el diseño paramétrico a través del bioclimático Velasco, R; Robles, D, (2011) y de experimentación a través de materiales, Guerrero, H, Coca, S, Montañón, J, Parada, C, Duarez, A (2019), es rescatable el material didáctico desarrollado por la fundación Universitaria del Área andina, en el cual se exponen conceptos de la representación tridimensional, centrándose en el manejo de mallados tridimensionales, los cuales permiten el trabajo con doble curvatura que hacen posible la modelación de geometrías complejas, presentando ejemplos de aplicación práctica, enlaces a tutoriales de modelación y un currículum dividido en la representación de objetos, modelado tridimensional, composición y formatos de intercambio. Estos contenidos son presentados a través de La guía de estudio, Conocimientos de Principios del Modelado Tridimensional Cardona, J (2017) con el fin de orientar el proceso formativo de los alumnos a través de ejemplos gráficos y una amplia colección de enlaces a tutoriales

presentes en internet. Fuera de esto en el país se ofrecen cursos y diplomados en varias universidades (Universidad de Nariño, Universidad Javeriana,), existen algunas tesis universitarias que abordan el tema (Universidad de La Salle, Colegio Mayor de Antioquia), pero el tema está en camino de exploración

Por otro lado, la práctica de redibujo y análisis arquitectónico es una constante en cualquier escuela de arquitectura, de hecho, históricamente se puede interpretar como una práctica disciplinar en el estudio, la investigación, El Diagrama en la arquitectura, entre la interioridad, anterioridad y exterioridad de la disciplina, (Pérez, 2015) de indaga sobre los diversos momentos en los cuales el dibujo ha servido de síntesis histórica para la arquitectura. Esta investigación expone una constante histórica en la arquitectura comenzando con las primeras versiones graficas de los libros de Vitrubio que fueron en realidad interpretaciones de sus escritos complementadas con levantamientos de ruinas clásicas, este hecho debido a la misteriosa desaparición de los dibujos originales. Desde este momento fundacional de la historiografía arquitectónica, arquitectos como Le Andrea Palladio, Le Corbusier, John Hejduk, Peter Eisenman o Rem Koolhaas para nombrar algunos significativos, han recurrido a esta resurrección de la historia a través de sus dibujos, análisis llegando incluso a repetir detalles constructivos en sus proyectos.

Método

El método empleado para el desarrollo del curso es el aprendizaje a partir de proyectos, para esto se recurrió al el re-dibujo de proyectos de arquitectura a partir de ejemplos históricos, empleando funciones del programa que facilitaran el dibujo respecto al dibujo análogo. El comando Array o matriz series de elementos repetitivos y el comando malla para superficies de doble curvatura. Estos fueron desarrollados a partir de ejemplos históricos que tienen una clara relación con el concepto de modulación presente en la arquitectura y la estructura de orden o malla compositiva como un eje de diseño. De acuerdo al avance se realizó una encuesta enfocada en los conceptos y las practicas desarrolladas en la asignatura.

La casa Abstracta, House V John Hejduk :

En el primer ejercicio de modelación se utilizaron conceptos presentes en el taller de diseño de los primeros años, la retícula compositiva como elemento de orden de la arquitectura, presente en El Problema Malla de los Nueve Cuadrados, como un elemento articulador del espacio arquitectónico y la House, diseñada por John Hejduk, esta casa tiene la particularidad en el diseño, sus elementos son básicos, llevados a la síntesis geométrica de las vanguardias, volúmenes puros sometidos a procesos de abstracción para llegar al límite de lo esencial.

Este primer ejercicio tiene como objetivo acercar al estudiante a la idea de modulación espacial, no es necesario acotar la ubicación de los elementos, sino utilizar la propia modulación de la casa, aquí la casa de su propia escala o “regla” de proporciones. Los elementos se reconstruyen a través de la extrusión y sustracción de sólidos ortogonales Cada elemento está modulado a través de un sistema de medios, tercios, cuartos de medida.

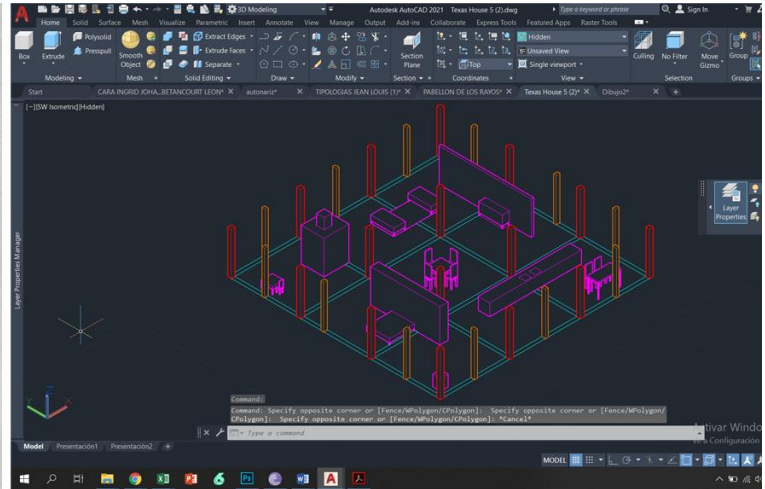
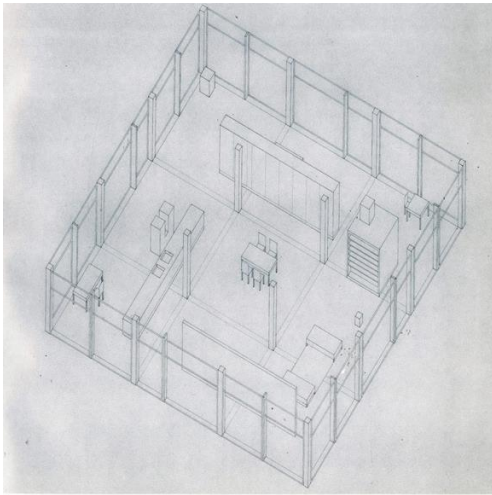


Fig1.Dibujo John Hejduk House V, Fig2.Dibujo Estudiante.

Los edificios ideales de Durand:

La primera experiencia surge de las lecciones de arquitectura de Durand, el uso de la malla geométrica como un componente organizativo de la arquitectura, para esto se recurrió al levantamiento del esquema tipológico utilizando para ello la serie de comandos de matriz, estos comandos generan secuencias o patrones de composición v construidos por columnas, y tipos de ventanería. Elemental, la presencia del patio también marcaba una disposición característica. En este ejercicio se aprendió la construcción de sólidos, operaciones básicas de adición y sustracción, y manejo de coordenadas.

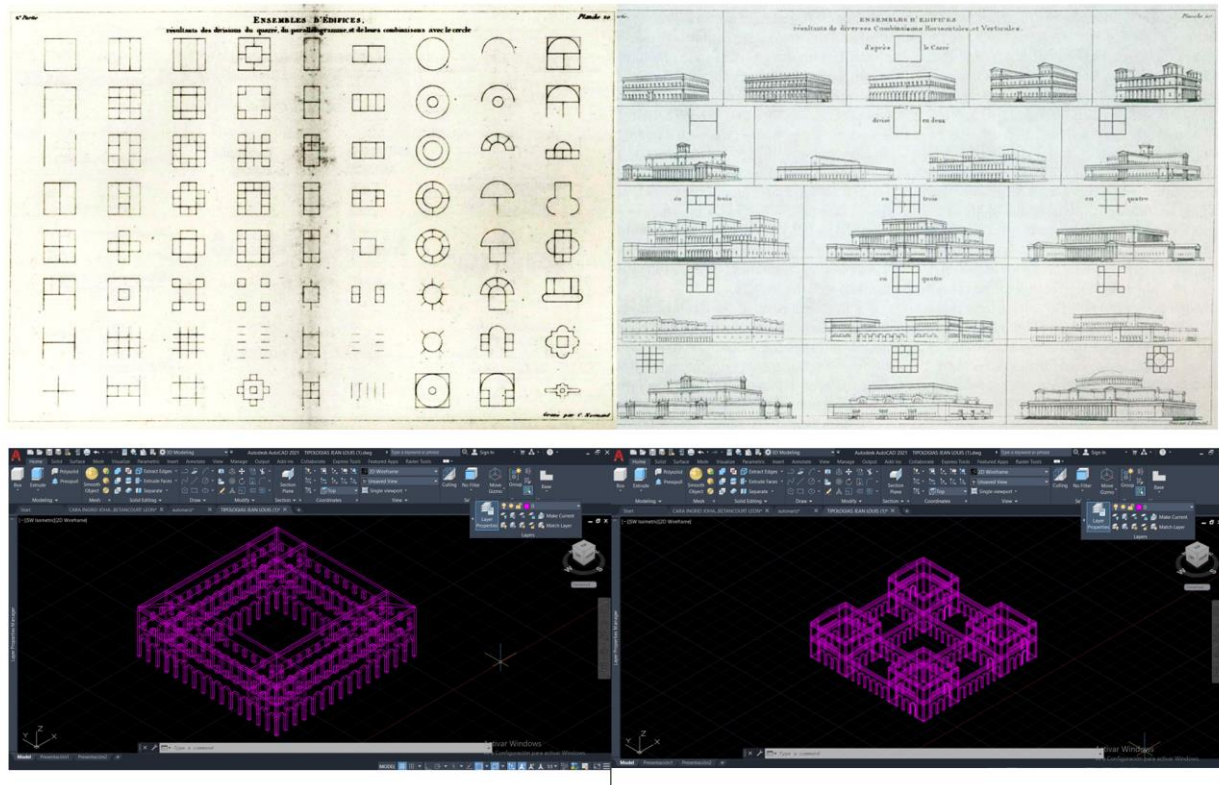
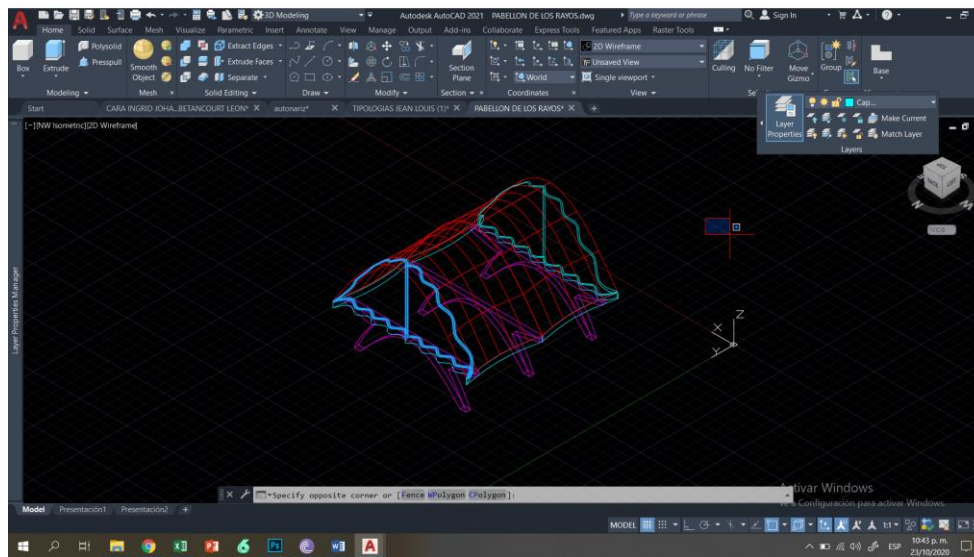
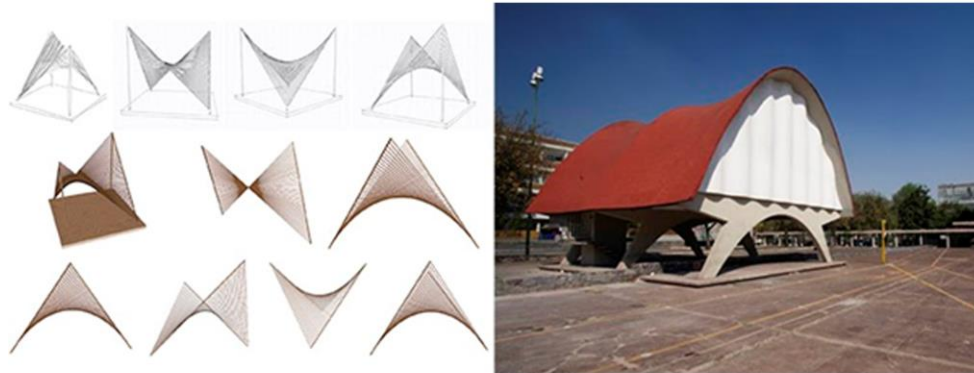


Ilustración 2 Esquemas de plantas de Durand. Modelado en 3d de un esquema.

El Pabellón de los Rayos Cósmicos, Felix Candela.

La segunda experiencia tuvo como finalidad el aprendizaje del uso de superficies alabeadas estudiando para ello el pabellón de los rayos cósmicos de Félix Candela, con este ejercicio comienza la exploración con superficies de doble curvatura o paraboloides hiperbólicos, que son estructuras construidas matemáticamente y que hoy en día se trabaja de manera intuitiva a través de funciones como superficies y mallas, definiendo factores de curvatura y precisión de



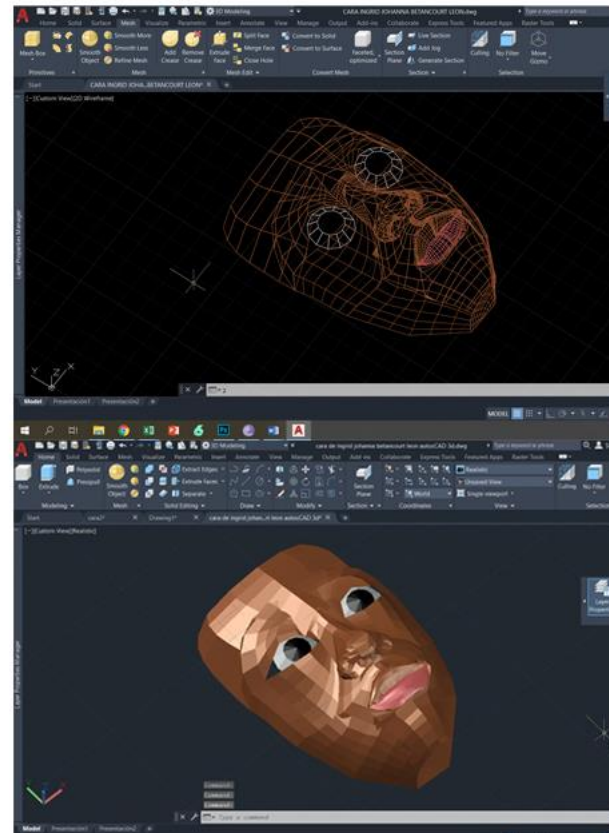
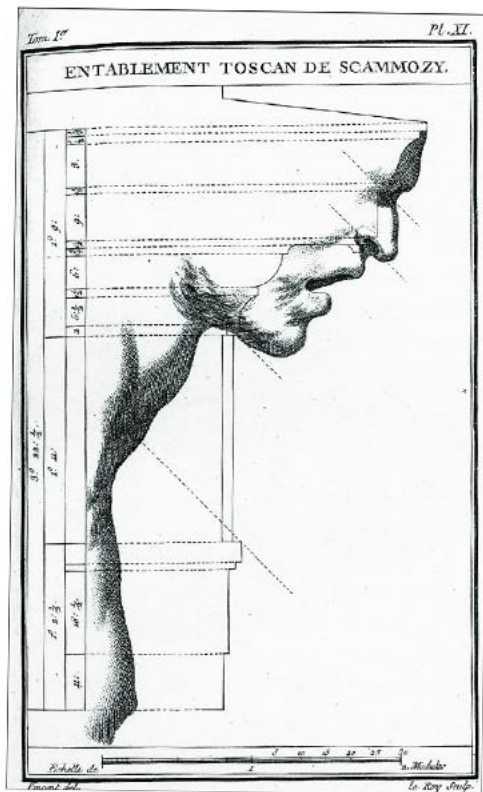
Pabellón de Rayos Cósmicos.

Autorretrato Digital:

La última experiencia tuvo que ver con un ejercicio de dibujo digital complejo a través de aplicación de mallas en la resolución de un autorretrato, para ello los estudiantes contaban anteriormente habían desarrollado ejercicios básicos de doble curvatura. Una primera solución vino del análisis reticular del rostro, método que se mantendría como base del ejercicio o fondo del rostro, posteriormente vendría la decisión de cómo levantar cada una de las partes de la cara, un estudio anatómico y geométrico de cada una de las partes, seguido de eso se estudiaba la descomposición de cada una de las partes en figuras geométricas. Los labios, los ojos y la nariz, cada parte exigían unas formas y unas operaciones particulares yendo de mayor a menor dificultad.

Cada parte de la estructura facial tenía su propia estructura geométrica, una primera parte del análisis consiste en la determinación de las figuras que acompañarán y guiarán cada desarrollo. Se crean pautas geométricas aproximadas sobre las cuales partir, tal cual como sucede en el dibujo anatómico. Se recurre a fotografía de apoyo para interpolar, el tacto o un espejo para entender la forma, la interpolación entre este escaneo de datos por parte del ojo y la mano. El ejercicio se complementa con la realización de una máscara de noche de brujas, para

la cual ya comienzan a haber modificaciones digitales sobre el rostro levantado, aparecen expresiones, objetos adicionados al rostro.



Jacques François Blondel, Tuscan profile according to Vincenzo Scamozzi. From Blondel, Autoretrato alumna.

Resultados

El curso de Representación CAD 3D, se compone de una electiva disciplinar de segundo año de Arquitectura, en el cual se tienen 30 alumnos, a mayoría de ellos de cuarto semestre (80%). La mayoría de estos estudiantes ya tiene algún conocimiento de software de dibujo digital, 33% han manejado sketch Up y Autocad 3d, un 30% restante solo ha empleado Autocad en 2d. Este curso se desarrolla en el segundo semestre de 2020, en medio de la pandemia Covid 19 y de forma remota. En la encuesta es de anotar que en el curso se dieron procesos de aprendizaje colaborativo y los estudiantes compartieron procesos y hallazgos a medida que se desarrollaron los ejercicios, esta practica se dio a través de redes sociales, donde se compartieron videos desarrollando los ejercicios.

La dinámica de los ejercicios se dio a través de una introducción teórica en la cual se expuso un contexto disciplinar a cada uno de los ejercicios. Sin embargo, es pertinente puntualizar mediante un material visual detallado, las relaciones implícitas entre el dibujo y la teoría y la forma que ofrecen los medios digitales para “Re-Dibujar” los proyectos. Como respuesta el 56% de los alumnos expresa que los ejercicios buscan desarrollar su capacidad creativa. Lo que indica que aparte del re dibujo, es necesario incluir ejercicios que exploren las

metodologías aprendidas a través de composiciones de iniciativa propia. En la pregunta “¿Considera que los ejercicios planteados son acordes a las habilidades que se usaran en sus proyectos de arquitectura?” la mayoría de los estudiantes está de acuerdo un 33% (siempre) 23% (casi siempre) 6%(a veces). Este resultado implica un reforzamiento en reafirmar los ejercicios y su relación con la práctica del diseño.

Frente a la pregunta de si considera que la enseñanza del dibujo técnico se debe impartir con conceptos teóricos de la disciplina, un 86,7% está de acuerdo frente a un 13% que niega esta posibilidad. Esto comprueba que el dibujo arquitectónico como lenguaje es más favorable de aprender a partir de un contenido disciplinar, y representa la necesidad de un paso de un dibujo técnico a uno analítico y enfocado a problemas de la disciplina. Frente a esto, un 66% de los estudiantes afirman que los ejercicios propuestos implican un análisis de los ejercicios en términos de construcción geométrica. Una herramienta para guardar esta memoria gráfica de los procesos es la bitácora en la cual se registraron los diferentes pasos para realizar los ejercicios. La dificultad propuesta en los ejercicios tiene un grado progresivo sin embargo es necesario plantear uno o varios ejercicios intermedios entre el pabellón de los rayos cósmicos y el autorretrato digital.

El dibujo al ser parte fundamental de la disciplina se convierte en un medio para profundizar el aprendizaje de la misma. Los estudiantes manifiestan interés en justificar sus dibujos, encontrarles un sentido a partir de un abordaje conceptual. También se refiere a tener más horas de intensidad para el dibujo como practica disciplinar para poder abordar la práctica del dibujo y la teoría disciplinar. De hecho, existe un 90% de interés de profundización en los temas desarrollados en clase, particularmente los ejercicios de doble curvatura y la posibilidad de aprender diseño paramétrico. Varios alumnos manifiestan el interés por desarrollar y experimentar a través de geometrías complejas y la innovación que ofrecen las tecnologías de modelado contemporáneas. Así mismo ven muy acorde su implementación para su aplicación en el proyecto de arquitectura.

Discusión y Conclusión

El aprendizaje a partir del re-dibujo de edificios de relevancia histórica ha sido una práctica constante de la enseñanza de la arquitectura. con las vanguardias el concepto de abstracción geométrica como fundamento del dibujo analítico buscó sintetizar los principios fundamentales del arte, algunos de los motivos de esta postura se debieron a la industrialización y la producción en serie. Actualmente la programación digital, la impresión 3d y la robótica, actualmente, la programación digital abre una nueva puerta a la exploración disciplinar y a la forma en que se dibuja.

Los resultados del curso presentan consideraciones relevantes entorno al aprendizaje del modelado digital y su relación con el lenguaje disciplinar, decididamente hay una preferencia de los alumnos en desarrollar sus prácticas de dibujo de una forma analítica y disciplinar para de esta manera profundizar en el quehacer propio de la arquitectura. Las nuevas tecnologías de dibujo y modelado 3d ofrecen nuevas posibilidades al diseñador. Lo anterior implica un cambio en los medios de producción de la arquitectura y ofrece un terreno de exploración. Esto implica un cambio en los medios de producción de la arquitectura que se debe asumir de una forma analítica y experimental. Con la modelación contemporánea pasamos de dibujar la arquitectura a programar la forma a través del diseño paramétrico, de un dibujo técnico a un sistema BIM o Modelado de Información de Construcción. Este tránsito implica el desarrollo de nuevas competencias educativas que encuentran en el dibujo analítico una práctica histórica que sirve de introducción. Es necesario motivar y socializar estudios que indaguen las posibilidades del dibujo asumiendo las posibilidades que brinda de la tecnología.

Bibliografía :

de la Torre Cantero, J., Saorín, J. L., Carbonell, C., del Castillo Cossío, M., & Contero, M. (2012). Modelado 3D como herramienta educativa para el desarrollo de competencias de los nuevos grados de Bellas Artes. *Arte, Individuo y Sociedad*, 24(2), 179-193. doi: http://dx.doi.org/10.5209/rev_ARIS.2012.v24.n2.39025

Guerrero, H, Coca, S, Montañó,J, Parada,C, Duarez,A (2019) Aplicación del diseño paramétrico en el desarrollo de una estructura en Bambu: Galería de Passifloras.. 4to Congreso latinoamericano de estructuras de maderas . 4to Congreso Latinoamericano de estructuras en Maderas. Clem, Montevideo Uruguay

Kim, K (2015) "Current trends and future directions of free-form building technology." *Architectural Science Review* 58 (2015): 230 - 243.

MA. Gallas, K. Jacquot, S. Jancart and F. Delvaux, (2015) "Parametric Modeling: An Advanced Design Process for Architectural Education", In Proceedings of the 33rd eCAADe Conference, Vienna,

Pérez, O. (2015). El diagrama, método del diseño entre el dibujo, la pintura, el cine y la informática. *MasD, Revista Digital de Diseño*. Vol. 9, Edición N.º 16 Ene. - Jun. 2015. 30-49

Saorín, J.; Meier, C.; De la Torre-Cantero, J.; Carbonell-Carrera, C.; Melián-Díaz, D.; Bonnet de León, A. (2017) Competencia Digital: Uso y manejo de modelos 3D tridimensionales digitales e impresos en 3D. *EDMETI*, 6, 27-46

Velasco, R; Robles, D, (2011) Diseño de eco-envolventes. Modelo para la exploración, el diseño y la evaluación de envolventes arquitectónicas para climas tropicales *Revista de Arquitectura*, vol. 13, 2Universidad Católica de Colombia Bogotá, Colombia

Cardona. J (2017) Conocimiento de principios del modelado tridimensional Bogotá D.C., Fundación Universitaria del Área Andina.